



⑯ Aktenzeichen: 101 47 175.0  
⑯ Anmeldetag: 19. 9. 2001  
⑯ Offenlegungstag: 3. 4. 2003

⑯ Anmelder:

Jörg Rupp, Synergetik GmbH, 66557 Illingen, DE;  
Müller, Manfred, 66386 St. Ingbert, DE; Schabbach,  
W., Prof., 66123 Saarbrücken, DE

⑯ Erfinder:

Rupp, Jörg, 66793 Saarwellingen, DE; Schabbach,  
Wolfgang, 66123 Saarbrücken, DE; Müller,  
Manfred, 66386 St. Ingbert, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Vorrichtung für ein modulares Ultraschall-Meßsystem  
⑯ Im Bereich der Durchflußmessung und Füllstandsmes-  
lung werden Ultraschall-Meßsysteme eingesetzt, bei de-  
nen Ultraschallwandler von außen an die Rohr- oder Be-  
hälterwand angebracht werden. Die Ultraschallwandler  
müssen entsprechend der Meßgeometrie zueinander und  
zum Meßobjekt ausgerichtet sein. Die Ultraschallwandler  
sind über Kabel mit einer Ansteuer- und Auswerteelektroni-  
kik verbunden, die in einem separaten Gehäuse in der  
Nähe der Meßstelle untergebracht ist. Dies bedeutet ei-  
nen zusätzlichen Installationsaufwand. Die neue Vorrich-  
tung ermöglicht die Befestigung und Positionierung des  
kompletten Meßsystems an der Meßstelle.  
Es wird ein Schienensystem, bestehend aus zwei Form-  
profilen (1), vorgeschlagen, das mittels Spannbändern  
oder Ketten (4) mit dem Rohr oder Behälter verbunden  
wird. Ein Elektronik-Gehäuse (3) ist derart gestaltet, daß  
es die Formprofile formschlüssig aufnimmt und auf den  
Formprofilen beliebig verschoben werden kann. Ebenso  
werden Ultraschallwandler (5) über entsprechend gestal-  
tete Schlitten (6) auf dem Schienensystem frei verschieb-  
bar geführt und können über eine Klemmung fixiert wer-  
den.  
Die Vorrichtung eignet sich für Ultraschall-Messungen.

## Beschreibung

[0001] Es wird eine Vorrichtung für ein modulares Ultraschall-Meßsystem vorgeschlagen, welches die Befestigung von einem oder mehreren Ultraschall-Wandlern sowie die komplette dazugehörige Auswerteelektronik an Rohrleitungen und Behältern erlaubt.

[0002] Die Erfindung betrifft ein modulares Ultraschall-Meßsystem nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0003] Im Bereich der Durchflußmessung und Füllstandsmessung werden Ultraschall-Meßsysteme eingesetzt, bei denen der oder die Ultraschall-Wandler von außen an die Rohr- oder Behälterwand angebracht werden ("Clamp-On-Technik"). Diese Ultraschall-Wandler senden akustische Wellen aus, die die Rohrwand durchdringen und mit dem im Rohr oder Behälter befindlichen Medium in Wechselwirkung treten. Je nach verwendetem Auswerteverfahren werden Laufzeiten, oder Laufzeitänderungen, Frequenzverschiebungen oder Änderung der Signalamplitude ausgewertet. Aus diesen Meßgrößen werden in Verbindung mit geometrischen Kenndaten wie Anordnung der Ultraschall-Wandler, Einschallwinkel in das Medium, Abstand der Wandler, Rohrdurchmesser u. a. Prozeßgrößen wie z. B. Volumenstrom, Füllstand, oder die Konzentration eines Mediums ermittelt. Im U. S. Patent 4,598,593 wird ein Verfahren beschrieben, wo in Clamp-On-Technik mittels Kreuz-Korrelation von Ultraschall-Transmissions-Signalen der Volumenstrom bestimmt wird. In WO 95/17650 wird ein Clamp-On-Ultraschall-Volumendurchfluß-Meßgerät beschrieben, bei dem nach dem Laufzeitdifferenzverfahren der Volumenstrom bestimmt wird.

[0004] In den beschriebenen Anwendungen und den geräte-technischen Realisierungen sind die Ultraschallwandler über Kabel mit einer Ansteuer- und Auswerteelektronik verbunden, die in einem separaten Gehäuse in der Nähe der Meßstelle untergracht ist. Die Clamp-On-Ultraschall-Wandler und die notwendige Ansteuer- und Auswerteelektronik bilden keine funktionale Einheit, die flexibel als Ganzes an unterschiedlichen Rohren angebracht werden kann. Dies bedingt einen erhöhten Installationsaufwand und erschwert die schnelle flexible Benutzung des Clamp-On-Meßsystems an unterschiedlichen Rohren.

[0005] Ausgehend von dem vorgenannten Stand der Technik wird ein modulares Ultraschall-Meßsystem vorgeschlagen, bei dem Ultraschall-Wandler zusammen mit der dazugehörigen Auswerte- und Ansteuerelektronik als funktionale Einheit auf einem Schienenpaar flexibel und ohne großen Installationsaufwand an Rohren und Behältern befestigt werden können.

[0006] Erfindungsgemäß ist die Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0008] Es wird ein Schienensystem bestehen aus 2 Formprofilen (1) vorgeschlagen, das über 2 Abschlußprismen (2) stabilisiert wird. Die beiden Schienen werden über Spannbänder oder Ketten (4) mit dem Rohr oder Behälter verbunden. Die Profile haben längs eine Nut (7), in der die Enden der Spannbänder oder Ketten frei verschiebbar sind. Wegen der durchlaufenden Nut können je nach Anwendungsfall auch unterschiedlich breite Spannbänder verwendet werden. Passend zu den Schienen wird ein Elektronik-Gehäuse (3) vorgeschlagen, das integrierte, formschlüssige Aussparungen besitzt, sodaß es auf den Schienen frei verschiebbar ist und mittels einer Klemm-Möglichkeit fixiert werden kann.

[0009] Auf den Schienen können ein oder mehrere Ultraschall-Wandler (5) mittels eines Schlittens (6) ebenfalls frei verschoben werden. Der Schlitten zur Führung der Ultra-

schallwandler ist derart ausgestaltet, daß mit nur einer Klemmschraube die Wandler an den Schienen fixiert werden und mit entsprechendem Anpreßdruck an der Rohrwand befestigt werden. Der Schlitten ist weiterhin so gestaltet,

daß die Ultraschallwandler vor der Klemmung in der Höhe frei verschiebbar sind, sodaß sie sich unterschiedlichen Rohrdurchmessern im Bereich DN100 bis DN2000 anpassen. Bei kleineren Rohrdurchmessern ragt die Rohrwand sehr weit zwischen die Auflageflächen der Schienen. Die dafür notwendige Höhenverstellung der Ultraschallwandler wird dadurch reduziert, daß die Abschlußprismen durch eine entsprechende Ausgestaltung als Auflagefläche und Zentrierung am Rohr für das gesamte Meßsystem im Bereich kleiner Rohrdurchmesser dienen.

[0010] Eine Anwendung des Meßsystems ergibt sich bei der Volumenstrommessung nach dem Laufzeitdifferenzverfahren in Clamp-On-Technik. Das Meßsystem, bestehend aus 2 Ultraschallwandlern und einer Auswerteelektronik, wird mittels Spannbändern an der Meßstelle befestigt. Die

Ultraschall-Wandler dienen wechselseitig als Send- und Empfangswandler. Die Ultraschall-Wandler sind so gestaltet, daß der jeweilige Ultraschallsender den Schall schräg in die Rohrwand einkoppelt, unter einem schrägen Einfallswinkel durch das Medium läuft, an der gegenüberliegenden Rohrinnenseite reflektiert wird und zurück zum Empfangswandler gelangt. Die Schall-Laufzeit ändert sich in Abhängigkeit vom Volumenstrom. Die Laufzeitdifferenz ist proportional zum Volumenstrom. Für eine korrekte Messung müssen die Ultraschallwandler in einem bestimmten Abstand zueinander befestigt werden. Der Abstand der Ultraschall-Wandler ergibt sich neben ihrer geometrischen Gestaltung (Einschallwinkel) aus den Rohrparametern Außen-durchmesser, Wandstärke und Material (Schallgeschwindigkeit) sowie der Schallgeschwindigkeit des Mediums. Der

Vorteil bei der Inbetriebnahme liegt nun darin, daß das komplette Meßsystem mit nur 2 Spannbändern am Rohr komplett befestigt wird. Nach Eingabe der Rohr- und Mediums-kenndaten wird von der Elektronik über eine Anzeigeeinheit (oder Datenterminal) der notwendige Abstand der Ultraschall-Wandler dem Inbetriebnehmer angegeben. Der Inbetriebnehmer kann die Ultraschallwandler entsprechend bei montiertem Meßsystem positionieren, wobei eine an der Schiene angebrachte Skala als Hilfestellung dient. Mit jeweils nur einer Klemmschraube pro Ultraschall-Wandler werden sie fixiert und mit entsprechendem Anpreßdruck auf die Rohrwand gepreßt. Die Ultraschall-Wandler werden über ein Koppelmittel, wie z. B. Fette an das Rohr angepreßt, um eine gute akustische Kopplung zu erreichen. In gewissen Wartungsintervallen muß dieses Koppelmittel erneuert werden. Hierzu muß durch die vorgeschlagene Ausgestaltung nicht das komplette Meßsystem entfernt werden, sondern nur die Klemmschraube am jeweiligen Wandler gelöst werden.

[0011] Eine weitere Anwendung der Vorrichtung ergibt sich durch Anbringen eines weiteren Ultraschall-Wandlers auf den Schienen, der den Schall senkrecht in das Rohr einkoppelt.

[0012] Über die gemessene Schalllaufzeit wird bei bekanntem Innendurchmesser die Schallgeschwindigkeit berechnet, die ein Maß für die Konzentration eines Mediums ist. Ebenso lassen sich mit diesem Wandler durch Auswertung der rückgestreuten Ultraschall-Signale Rückschlüsse auf Streuer oder Partikelgehalt im Medium ermitteln.

[0013] Die Vorrichtung kann auch dazu benutzt werden, um an mehreren Rohren den Volumenstrom zu ermitteln. Für jede Meßstelle wird ein Schienensystem mit 2 Ultraschall-Wandlern bestückt, ein zentrales Schienensystem wird mit 2 Ultraschall-Wandlern und einer Mehrkanalelek-

tronik bestückt, die die anderen Ultraschallwandler mit ansteuert.

[0014] Die Vorrichtung bietet neben der flexiblen Anzahl von Ultraschall-Wandlern auch die Möglichkeit der Montage von mehreren Gehäusen auf den Schienen. So ist z. B. 5 denkbar, daß in einem weiteren Gehäuse eine Akkueinheit untergebracht ist, um ein autarkes System mit einer längeren Betriebsdauer zu realisieren.

[0015] Die Vorrichtung bietet die Möglichkeit an Behältern mit flüssigen Medien eine Füllstandsüberwachung mit 10 mehreren Ultraschallwandlern durchzuführen. Hierzu wird das Schienensystem parallel zur Behälterwand mit Spannbändern befestigt. In Höhe der gewünschten unterschiedlichen Grenzstände werden Ultraschall-Wandler auf den Schienen befestigt. Die Ultraschallwandler koppeln Schall 15 senkrecht in die Rohrwand. Steigt der Flüssigkeitspegel über die Höhe eines Ultraschall-Wandlers so liefert die Behälterrückwand ein zusätzliches Echo und das Echo der Behältervorderwand ändert sich signifikant. Neben der Füllstandsüberwachung kann durch Auswertung der Schalllauf- 20 zeit sowie der Rückstreusignale auf Mediumseigenschaften geschlossen werden, wie z. B. bei Absetzprozessen.

## Patentansprüche

25

1. Vorrichtung für ein Ultraschall-Meßsystem dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei parallel ausgerichtete Formprofile (1) mit einem Elektronikgehäuse (3) und Ultraschallwandler-Klemmungen ein Schienensystem bilden, welches mit Spannbändern 30 oder Ketten (4) oder mittels Magneten an Rohren oder Behältern befestigt werden kann und dazu dient, die Ultraschallwandler sowie die komplette Ansteuer- und Auswerteelektronik in beliebiger Anzahl und Anordnung frei verschiebbar zu halten und entsprechend der 35 gewünschten Meßsituation fixieren zu können.
2. Meßsystem nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Ultraschallwandler durch einen Schlitten (6) gehalten werden, der im ungeklemmten Zustand eine Höhenverstellung des Ultraschallwandlers entsprechend dem Rohrdurchmesser erlaubt und im geklemmten Zustand das Sensorgehäuse an das Rohr 40 preßt und gleichzeitig die Position fixiert.
3. Meßsystem nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse zur Aufnahme von Ansteuer- und Auswertelektronik seitliche Führungsschlitzte hat, es damit die Formprofile formschlüssig aufnimmt und das Gehäuse auf dem Schienensystem frei verschoben werden kann und mittels einer Klemmung fixiert werden kann. 45
4. Meßsystem nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Formprofile eine seitliche Nut (7) besitzen, in denen die Enden der Spannbänder ebenfalls frei verschiebbar sind.
5. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die parallele Ausrichtung und Fixierung der Schienen an beiden Enden durch Abschlußprismen 55 gewährleistet ist, die je nach Rohrdurchmesser als Auflagefläche für das Meßsystem dienen.

50

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

65

